

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



554318

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. November 2004 (11.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/096599 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B60K 41/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/002009

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Februar 2004 (28.02.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 18 738.3 25. April 2003 (25.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse  
225, 70567 Stuttgart (DE).

(74) Anwälte: KOCHER, Klaus-Peter usw.; DaimlerChrysler  
AG, Intellectual Property Management, IPM-C106, 70546  
Stuttgart (DE).

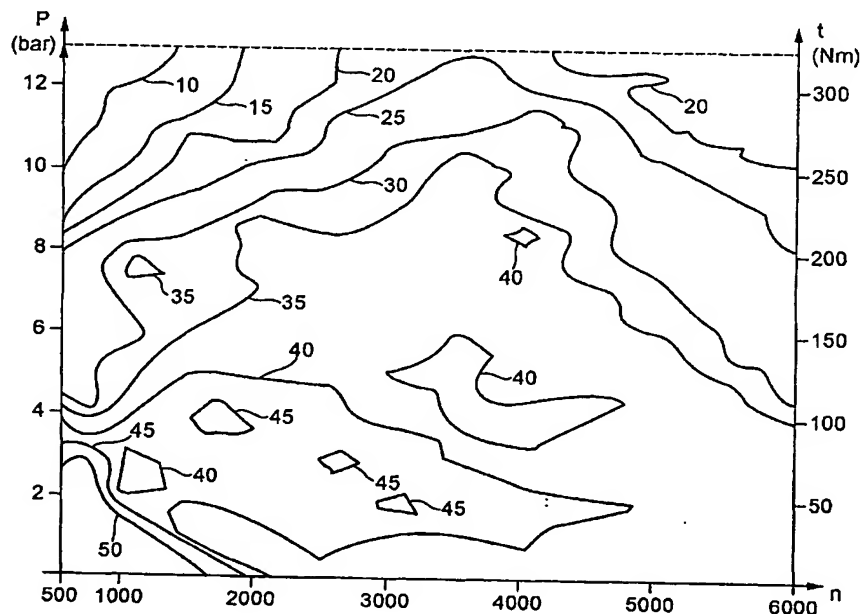
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRIC MOTOR CONTROL

(54) Bezeichnung: STEUERUNG EINES ELEKTROMOTORS



(57) Abstract: According to the invention, in a hybrid drive consisting of an electric motor switchable between a motor mode and a generator mode the switching between the operating modes of the electric motor is carried out during the operation of an internal combustion engine according to the differential operating efficiency thereof. The generator power is controllable proportionally to said differential operating efficiency and/or the motor power is controllable in an inversely proportional manner with respect to the differential operating efficiency.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/096599 A1



TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

---

**(57) Zusammenfassung:** Bei einem Hybridantrieb mit zwischen Motorbetrieb und Generatorbetrieb umschaltbarem Elektromotor wird der Elektromotor bei arbeitendem Verbrennungsmotor in Abhängigkeit vom differentiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zwischen seinen Betriebsarten umgesteuert, wobei dann die Generatorleistung proportional zum differentiellen Wirkungsgrad bzw. die Motorleistung umgekehrt proportional zum differentiellen Wirkungsgrad gesteuert werden kann.

### Steuerung eines Elektromotors

Die Erfindung bezieht sich auf die Steuerung eines zwischen Motorbetrieb und Generatorbetrieb umschaltbaren, mit einem Verbrennungsmotor gekoppelten oder koppelbaren Elektromotors mit zugeordneter Batterie, insbesondere in einem Hybridantrieb mit Verbrennungsmotor und zwischen Generator- und Motorbetrieb umschaltbarem Elektromotor sowie dem Elektromotor zugeordneter Batterie mit deren Ladezustand erfassender Sensorik, wobei der Verbrennungsmotor und der Elektromotor mit dem Abtrieb des Hybridantriebes antriebsmäßig gekoppelt und/oder koppelbar sind und der Elektromotor beim Generatorbetrieb vom Verbrennungsmotor und/oder Abtrieb antreibbar ist.

Seit längerem werden Kraftfahrzeuge mit Hybridantrieb entwickelt. In der Regel ist bei diesen Antrieben vorgesehen, dass der zwischen Generator- und Motorbetrieb umschaltbare Elektromotor ständig mit dem Antriebstrang des Fahrzeuges und damit mit dem zum Antriebstrang führenden Abtrieb des Hybridantriebes antriebsmäßig verbunden ist. Dagegen ist der Verbrennungsmotor über eine Kupplung zuschaltbar, d. h. bei geschlossener Kupplung ist der Verbrennungsmotor mit dem Antriebstrang und dem Elektromotor antriebsmäßig verbunden, und bei geöffneter Kupplung vom Elektromotor und Antriebstrang abgetrennt. Grundsätzlich sind jedoch auch anders konfigurierte Hybridantriebe bekannt, beispielsweise solche, bei denen sowohl der Verbrennungsmotor als auch der Elektromotor über je eine gesonderte Kupplung mit dem Abtrieb des Hybrid-

antriebes und dem entsprechend dem Antriebstrang des Fahrzeuges verbindbar sind.

Ein besonderer Vorteil der Hybridantriebe liegt darin, dass Nutzbremungen möglich sind, bei denen der mit dem Antriebstrang verbundene Elektromotor als Generator betrieben und über den Antriebstrang angetrieben wird, so dass die der Batterie im Generatorbetrieb zugeführte Leistung bremswirksam wird und dementsprechend dem Vortrieb des Fahrzeuges entzogen wird. Auf diese Weise wird die dem Vortrieb des Fahrzeuges entzogene kinetische Energie in potentielle Energie, d. h. hier in eine erhöhte Batterieladung, umgewandelt und nicht wie bei normalen Bremsen als nicht nutzbare Wärme „vernichtet“.

Des weiteren bieten Hybridantriebe die Möglichkeit, das Fahrzeug in Ballungsgebieten, in denen regelmäßig mit vergleichsweise geringer Fahrgeschwindigkeit und sehr häufigen Anhaltemanövern zu rechnen ist, rein elektromotorisch und damit abgasfrei zu betreiben.

Außerhalb der Ballungsgebiete kann dann der Verbrennungsmotor für den Fahrbetrieb herangezogen werden. Während dieser Betriebsphasen kann der Elektromotor auf Generatorbetrieb umgeschaltet und vom Verbrennungsmotor angetrieben werden, so dass sich die zuvor ggf. entladene Batterie wieder aufladen lässt.

Bisher wurde in diesem Zusammenhang vorgesehen, die Generatorleistung beim Ladebetrieb in Abhängigkeit vom Ladegrad der Batterie zu steuern, vergleiche beispielsweise die Druckschrift „Analysing Hybrid Drive System Topologies“, Karin Jonasson (2002), Lund University, ISBN 91-88934-23-3, Seite 74.

Aufgabe der Erfindung ist es nun, die Wirtschaftlichkeit eines Hybridantriebes zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Elektromotor bei Betriebsphasen mit an den Abtrieb gekoppeltem, arbeitendem Verbrennungsmotor

- vorwiegend nur bei geringer Belastung des Verbrennungsmotors im Generatorbetrieb
- und/oder
- vorwiegend nur bei hoher Belastung des Verbrennungsmotors im Motorbetrieb arbeitet.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, den Elektromotor möglichst nur dann bei arbeitendem Verbrennungsmotor auf Generatorbetrieb zu schalten, wenn die damit einher gehende Zusatzbelastung des Verbrennungsmotors nur zu einem vergleichsweise geringem Zusatzverbrauch an Kraftstoff führt. Dies ist typischerweise der Fall, wenn der Verbrennungsmotor wenig belastet ist bzw. mit hohen Belastungsreserven arbeitet.

Andererseits wird der Elektromotor möglichst dann zusätzlich zum Verbrennungsmotor für den Fahrzeugantrieb herangezogen, wenn die mit dem Parallelbetrieb von Elektromotor und Verbrennungsmotor einher gehende Belastungsminderung des Verbrennungsmotors zu einer vergleichsweise hohen Minderung des Kraftstoffverbrauchs des Verbrennungsmotors führt. Dies ist regelmäßig dann der Fall, wenn für die jeweilige Betriebsphase des Fahrzeuges eine hohe Leistung notwendig ist und dementsprechend der Verbrennungsmotor hoch belastet wird.

Bei der Erfindung wird einerseits berücksichtigt, dass der Elektromotor sowie die Batterie fast immer einen im Vergleich zum Verbrennungsmotor hohen Wirkungsgrad aufweisen. Andererseits wird bei der Erfindung die Tatsache ausgenutzt, dass der Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors bei hoher Last überproportional zu dessen Belastung ansteigt, so dass einerseits Belastungserhöhungen des Verbrennungsmotors bei geringer Gesamtlast nur zu relativ geringen Zuwächsen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors führen und anderer-

seits Belastungsminderungen des Verbrennungsmotors bei hoher Last vergleichsweise große Einsparungen beim Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors ergeben.

Das oben dargestellte Prinzip der erfindungsgemäßen Steuerung läßt sich immer dann durchführen, wenn der Ladegrad der Batterie weder eine obere Schwelle überschreitet noch eine untere Schwelle unterschreitet und die Batterie dementsprechend sowohl zur Speisung des Elektromotors beim Motorbetrieb als auch zur Speicherung der vom Elektromotor beim Generatorbetrieb erzeugten elektrischen Energie herangezogen werden kann, ohne eine Über- oder Unterladung der Batterie befürchten zu müssen.

Nach Wahrscheinlichkeit liegen solche Verhältnisse zumindest bei typischen Fahrzyklen vor, so dass nur in seltenen Ausnahmefällen der Motor- oder Generatorbetrieb des Elektromotors ausschließlich in Abhängigkeit vom Ladegrad der Batterie gesteuert werden sollte oder müßte.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist bei Verbrennungsmotor-Elektromotor-Kombination bzw. Hybridantrieben mit ständig mit dem Abtrieb zwangsgekoppeltem Elektromotor vorgesehen, einen Leerlaufbetrieb des Elektromotors - d. h. der Elektromotor ist von der Batterie abgekoppelt und kann weder im Motor- noch im Generatorbetrieb arbeiten - zu vermeiden. Vielmehr wird der Elektromotor bei arbeitendem Verbrennungsmotor unter Optimierung des Kraftstoffverbrauchs des Verbrennungsmotors entweder im Generatorbetrieb oder im Motorbetrieb gehalten bzw. zwischen diesen Betriebsarten umgeschaltet.

Auf diese Weise wird berücksichtigt, dass ein Elektromotor im Leerlaufbetrieb mehr oder weniger ausgeprägte Ummagnetisierungsverluste verursacht und damit unvermeidbare Schleppverluste mit sich bringt. Dies gilt insbesondere für die in Hybridantrieben typischerweise aufgrund ihres geringen Bauvolu-

mens eingesetzten Permanentmagnet-Motoren. Hier wird die Tatsache genutzt, dass sich beim Übergang vom Schleppbetrieb auf Generator- oder Motorbetrieb sehr hohe differentielle Wirkungsgrade des Elektromotors nutzen lassen.

Außerdem können vorzugsweise die Motor- und die Generatorleistung zur weiteren Optimierung des Kraftstoffverbrauchs gesteuert oder geregelt werden.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass Daten für bei Belastungsänderungen eintretende Änderungen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von dessen Drehzahl erfaßbar und/oder gespeichert sind und der Elektromotor

- als Generator betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung einen ersten Schwellwert überschreitet

und/oder

- als Motor betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung des Verbrennungsmotors einen zweiten Schwellwert unterschreitet.

Hier wird die Tatsache ausgenutzt, dass Verbrennungsmotoren heute regelmäßig mit einer automatischen Motorsteuerung versehen sind, die entsprechende Daten „kennt“ oder jeweils erfassen kann, um die Betriebsweise des Verbrennungsmotors unter dem Gesichtspunkt eines geringen Abgasausstoßes, eines gewünschten Drehmomentverlaufes und/oder eines geringen Kraftstoffverbrauches zu optimieren. Die somit ohnehin zur Verfügung stehenden Daten können dann auch zur Optimierung des Generator- und/oder Motorbetriebes des Elektromotors herangezogen werden.

Im Ergebnis läuft dies darauf hinaus, dass bei der Steuerung des Betriebes des Elektromotors der jeweilige differentielle Wirkungsgrad, das ist der Quotient aus Belastungsänderungen

und Verbrauchsänderungen des Verbrennungsmotors, berücksichtigt wird.

In zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung kann dann die Generatorleistung und/oder die Motorleistung des Elektromotors analog zum differentiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors gesteuert werden, in dem beim Generatorbetrieb die Generatorleistung bei zunehmendem differentiellen Wirkungsgrad erhöht bzw. beim Motorbetrieb die Motorleistung bei abnehmendem differentiellen Wirkungsgrad erhöht wird.

Im übrigen wird hinsichtlich bevorzugter Merkmale der Erfindung auf die Ansprüche sowie die nachfolgende Erläuterung der Zeichnung verwiesen, anhand der besonders bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung näher beschrieben werden.

Selbstverständlich wird Schutz nicht nur für die ausdrücklich beanspruchten oder beschriebenen Merkmalskombinationen, sondern auch für prinzipiell beliebige Unterkombinationen der dargestellten Merkmale beansprucht.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematisierte Darstellung eines Hybridantriebes,

Fig. 2 ein Diagramm, aus dem ersichtlich ist, wann in Abhängigkeit vom Ladegrad SOC der Batterie sowie der Fahrgeschwindigkeit  $v$  bei einem Fahrzeug mit Hybridantrieb vorzugsweise der Elektromotor oder der Verbrennungsmotor als Fahrentrieb verwendet wird, und

Fig. 3 ein Kennfeld, welches schematisiert den differentiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von der Drehzahl  $n$  sowie der des mittleren Verbrennungsdruckes  $p$  bzw. des Drehmomentes  $t$  des Verbrennungsmotors wiedergibt.

Gemäß Fig. 1 besteht ein typischer Hybridantrieb 1 im wesentlichen aus einem Verbrennungsmotor 2 sowie einem zwischen Motor- und Generatorbetrieb umschaltbaren Elektromotor 3 mit einer im Vergleich zum Verbrennungsmotor 2 in der Regel deutlich geringeren Leistung. Zwischen Verbrennungsmotor 2 und Elektromotor 3 ist in der Regel eine Trennkupplung 4 angeordnet.

Die Rotorwelle des Elektromotors 3 bildet den Abtrieb 5 des Hybridantriebes. Dieser Abtrieb 5 ist, ggf. über eine nicht dargestellte Getriebe- und/oder Kupplungsanordnung, mit einem nicht dargestellten Antriebstrang eines Kraftfahrzeuges verbunden, wenn der Hybridantrieb 1 in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist. Bei geöffneter Kupplung 4 kann der Hybridantrieb 1 rein elektromotorisch arbeiten, d. h. der Abtrieb 5 wird nur vom Elektromotor 3 angetrieben, wobei eine dem Elektromotor 3 zugeordnete Batterie 6 die elektrische Energie liefert.

Bei geschlossener Kupplung 4 kann der Abtrieb 5 vom Verbrennungsmotor 2 angetrieben werden, wobei der Elektromotor 3 als Generator betrieben werden kann, um die Batterie 6 aufzuladen.

Grundsätzlich ist es auch möglich, den Elektromotor 3 bei geschlossener Kupplung 4 parallel zum Verbrennungsmotor 2 arbeiten zu lassen, so dass beide Motoren 2, 3 den Abtrieb 5 antreiben.

Im übrigen kann der Elektromotor 3 immer dann als Generator betrieben werden, wenn der an den Abtrieb 5 gekoppelte Antriebstrang bzw. das Kraftfahrzeug abgebremst werden sollen. Bei dieser Betriebsweise wird also die kinetische Energie des Antriebstranges bzw. des fahrenden Fahrzeuges in elektrische Energie umgewandelt und in der Batterie 6 gespeichert.

Das Diagramm der Fig. 2 läßt erkennen, dass bei hinreichendem Ladezustand der Batterie 6 ein Kraftfahrzeug mit Hybridantrieb bei geringer Fahrgeschwindigkeit in der Regel elektromotorisch angetrieben wird, d. h. ausschließlich über den Elektromotor 3. Bei höherer Fahrgeschwindigkeit wird auf Fahrbetrieb mit dem Verbrennungsmotor 2 umgeschaltet.

Falls der Ladegrad der Batterie einen Schwellwert von beispielsweise 50 % unterschreitet, erfolgt die Umschaltung auf Fahrbetrieb mit Verbrennungsmotor bereits bei einer geringen Geschwindigkeitsschwelle von beispielsweise 32 km/h. Liegt der Ladegrad dagegen oberhalb von 50 %, erfolgt die Umschaltung auf Fahrbetrieb mit Verbrennungsmotor in der Regel erst bei einer Geschwindigkeitsschwelle von beispielsweise 52 km/h.

Falls der Ladegrad der Batterie unter einen Wert von beispielsweise 20 % absinkt, wird der Verbrennungsmotor 2 für den Antrieb des Fahrzeuges herangezogen.

Die Umschaltung zwischen Fahrbetrieb mit Elektromotor und Fahrbetrieb mit Verbrennungsmotor wird regelmäßig von weiteren Parametern beeinflusst, insbesondere von der Stellung eines Fahrpedals oder eines sonstigen Organs, mit dem die gewünschte Leistung des Hybridantriebes gesteuert wird.

Wenn der Fahrer beispielsweise das Fahrpedal stark durchtritt, ist dies ein Zeichen dafür, dass er eine hohe Leistung des Hybridantriebes abrufen will, beispielsweise für eine starke Beschleunigung des Fahrzeuges. Eine derart hohe Leistung kann der Elektromotor 3 bei typischen Hybridantrieben nicht zur Verfügung stellen. Deshalb wird in einem solchen Fall auch unterhalb der in Fig. 2 dargestellten Schwellen der Fahrgeschwindigkeit auf Fahrbetrieb mit Verbrennungsmotor umgeschaltet, so dass die vom Fahrer gewünschte hohe Leistung zur Verfügung steht. Sobald der Fahrer das Fahrpedal zurücknimmt, d. h. nur noch eine vergleichsweise geringe Leistung

des Hybridantriebes fordert, wird wieder auf Fahrbetrieb mit Elektromotor umgeschaltet, vorausgesetzt, dass die Fahrgeschwindigkeit unterhalb der in Fig. 2 beispielhaften dargestellten Geschwindigkeitsschwellen liegt.

Um die Batterie 6 innerhalb eines gewünschten Bereiches des Ladegrades zu halten, muß der Elektromotor 3 bei Betriebsphasen mit arbeitendem Verbrennungsmotor 2 im Generatorbetrieb arbeiten.

Hier ist nun erfindungsgemäß vorgesehen, den differentiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zu berücksichtigen. Dabei handelt es sich um den Quotienten zwischen Belastungsänderungen des Verbrennungsmotors und damit einhergehenden Änderungen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors.

Die Erfindung nutzt die Tatsache, dass in einem weiten Bereich der Betriebsphasen Erhöhungen der Belastung des Verbrennungsmotors nur zu vergleichsweise geringen Erhöhungen des Kraftstoffverbrauches führen. Dementsprechend ist erfindungsgemäß vorgesehen, den Elektromotor bei diesen Betriebsphasen des Verbrennungsmotors als Generator zu betreiben, wobei in zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung des weiteren vorgesehen sein kann, die Generatorleistung des Elektromotors in Abhängigkeit vom differentiellen Wirkungsgrad zu steuern. Bei Betriebsphasen, in denen besonders geringe Erhöhungen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors bei Erhöhung der Belastung des Verbrennungsmotors auftreten, wird also der Elektromotor auf besonders hohe Generatorleistung eingestellt.

Wie weiter unten dargestellt wird, treten die vorgenannten Betriebsphasen insbesondere bei geringer Belastung des Verbrennungsmotors auf, d. h. der Elektromotor wird vor allem dann als Generator betrieben, wenn der Verbrennungsmotor für den jeweiligen Fahrzustand des Fahrzeuges nur eine mäßige Leistung aufbringen muß.

Des weiteren kann bei der Erfindung die Tatsache ausgenutzt werden, dass in anderen Betriebsphasen des Verbrennungsmotors, insbesondere wenn der Verbrennungsmotor vergleichsweise stark belastet wird, Belastungsänderungen zu relativ starken Änderungen des Kraftstoffverbrauches führen. Hier ist dann nach der Erfindung vorzugsweise vorgesehen, den Elektromotor parallel zum Verbrennungsmotor als Motor arbeiten zu lassen, so dass der Verbrennungsmotor weniger stark belastet wird und ein deutlich verminderter Kraftstoffverbrauch eintritt, weil der Elektromotor einen Teil der für den jeweiligen Fahrzustand notwendigen Leistung bereitstellt.

Hier kann zweckmäßigerweise vorgesehen sein, die Motorleistung des Elektromotors umgekehrt proportional zum differentiellen Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zu steuern, d. h. die elektrische Motorleistung steigt, wenn durch eine Belastungsminderung des Verbrennungsmotors eine vergleichsweise hohe Verminderung des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors erreichbar ist.

Die Fig. 3 zeigt nun beispielhaft ein schematisiertes Kennfeld des differentiellen Wirkungsgrades eines Verbrennungsmotors in Abhängigkeit von der Drehzahl und dem mittleren Druck in den Verbrennungsräumen bzw. dem damit korrelierten Drehmoment des Verbrennungsmotors.

Die in das Diagramm eingezeichneten „Höhenlinien“ zeigen Drehzahl-Mitteldruck-Kombinationen, mit gleichem, jeweils zahlenmäßig angegebenen differentiellen Wirkungsgrad. Diese Zahlen ergeben sich rechnerisch, wenn berücksichtigt wird, dass sowohl die Belastungsänderungen des Verbrennungsmotors als auch die damit einhergehenden Änderungen des Kraftstoffverbrauches physikalisch Leistungsänderungen darstellen. Denn bei einer Änderung der Belastung des Verbrennungsmotors ändert sich dessen abgegebene Leistung. Bei einer Änderung des Kraftstoffverbrauches ändert sich der Quotient zwischen der

im Kraftstoff enthaltenen Energie und der Zeit, d. h. die mit dem Kraftstoffverbrauch einher gehende verbrauchte Leistung.

Aus dem Diagramm der Fig. 3 wird erkennbar, dass - vereinfacht ausgedrückt - bei geringer Belastung bzw. Leistung des Verbrennungsmotors vergleichsweise hohe differentielle Wirkungsgrade vorliegen, die dann mit zunehmender Belastung bzw. Leistung des Verbrennungsmotors geringer werden.

Dieser Sachverhalt ist gleichbedeutend damit, dass der absolute Wirkungsgrad eines Verbrennungsmotors bei Betriebsphasen mit geringer Belastung bzw. Leistung mit zunehmender Belastung bzw. Leistung vergleichsweise stark ansteigt, während der absolute Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors bei Betriebsphasen mit hoher Belastung bzw. Leistung bei zunehmender Belastung bzw. Leistung nur noch geringfügig ansteigt bzw. nicht mehr ansteigt oder sogar fällt. Ein solcher ungünstiger Fall ist immer dann gegeben, wenn die differentiellen Wirkungsgrade geringer als die absoluten Wirkungsgrade sind, welche ihrerseits bei einem Otto-Verbrennungsmotor derzeit bestenfalls bei 30% bis 35% liegen.

Die Erfindung ist nicht auf die Steuerung eines Hybridantriebes beschränkt, bei dem der Elektromotor in bestimmten Betriebsphasen bei still gesetztem Verbrennungsmotor arbeitet. Vielmehr kann die Erfindung immer dann genutzt werden, wenn einem als Antriebsmotor vorgesehenen Verbrennungsmotor ein als Elektromotor und Generator betreibbares Elektroaggregat zugeordnet ist. Im Falle eines Kraftfahrzeuges dient ein solches Elektroaggregat beispielsweise einerseits als Startermotor zum Starten des Verbrennungsmotors sowie andererseits als Generator zum Laden einer Batterie eines Bordnetzes. Während des Betriebes des Verbrennungsmotors zum Antrieb des Kraftfahrzeuges kann dann das Elektroaggregat in völlig gleicher Weise gesteuert werden, wie es oben für den zwischen Motor- und Generatorbetrieb umschaltbaren Elektromotor eines Hybrid-

aggregates bei Betrieb des Verbrennungsmotors beschrieben wurde.

Patentansprüche

1. Steuerung eines zwischen Motorbetrieb und Generatorbetrieb umschaltbaren, mit einem Verbrennungsmotor gekoppelten oder koppelbaren Elektromotors mit zugeordneter Batterie, insbesondere in einem Hybridantrieb (1) mit Verbrennungsmotor (2) und zwischen Generator- und Motorbetrieb umschaltbarem Elektromotor (3) sowie dem Elektromotor zugeordneter Batterie (6) mit deren Ladezustand erfassender Sensorik, wobei der Verbrennungsmotor und der Elektromotor mit dem Abtrieb (5) des Hybridantriebes antriebsmäßig gekoppelt und/oder koppelbar sind und der Elektromotor beim Generatorbetrieb vom Verbrennungsmotor und/oder Abtrieb antreibbar ist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Elektromotor bei Betriebsphasen mit an den Abtrieb gekoppelten, arbeitendem Verbrennungsmotor
  - vorwiegend nur bei geringer Belastung des Verbrennungsmotors im Generatorbetrieb  
und/oder
  - vorwiegend nur bei hoher Belastung des Verbrennungsmotors im Motorbetrieb arbeitet.
2. Steuerung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass Daten für bei Belastungsänderungen eintretende Änderungen des Kraftstoffverbrauches des Verbrennungsmotors (2) in Abhängigkeit von dessen Drehzahl erfaßbar und/oder gespeichert sind und der Elektromotor (3)

- als Generator betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung einen ersten Schwellwert überschreitet und/oder
  - als Motor betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung des Verbrennungsmotors den vorgenannten oder einen zweiten Schwellwert unterschreitet.
3. Steuerung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Elektromotor mit wachsender Generatorleistung betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung des Verbrennungsmotors zunimmt.
4. Steuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Elektromotor mit zunehmender Motorleistung betrieben wird, wenn der Quotient aus Belastungsänderung und Verbrauchsänderung des Verbrennungsmotors absinkt.
5. Steuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei ständig mit dem Abtrieb (5) zwangsgekoppeltem Elektromotor (3) der Elektromotor immer entweder im Motorbetrieb oder im Generatorbetrieb arbeitet.

1/2

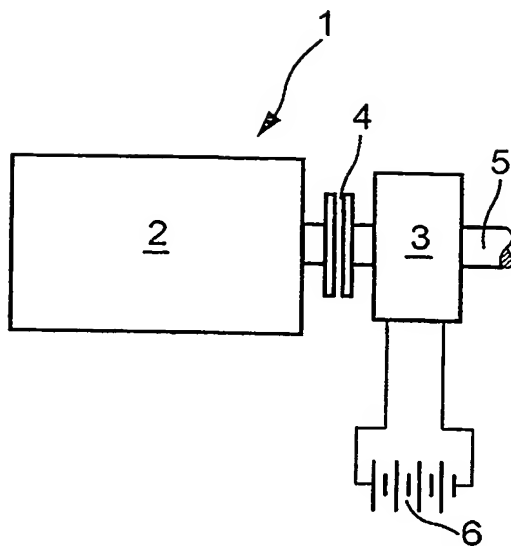


Fig. 1

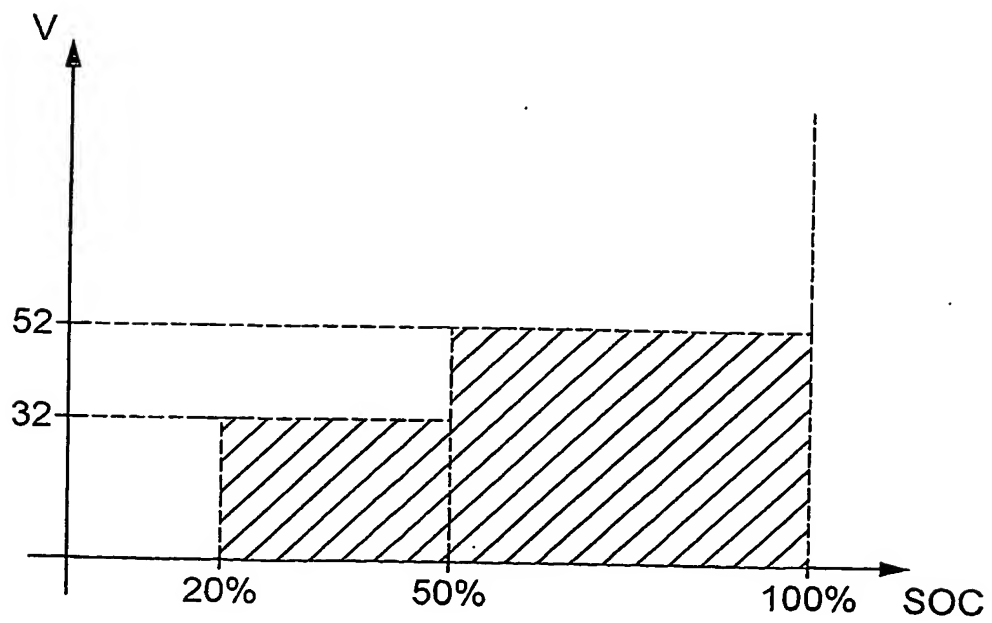


Fig. 2

2/2

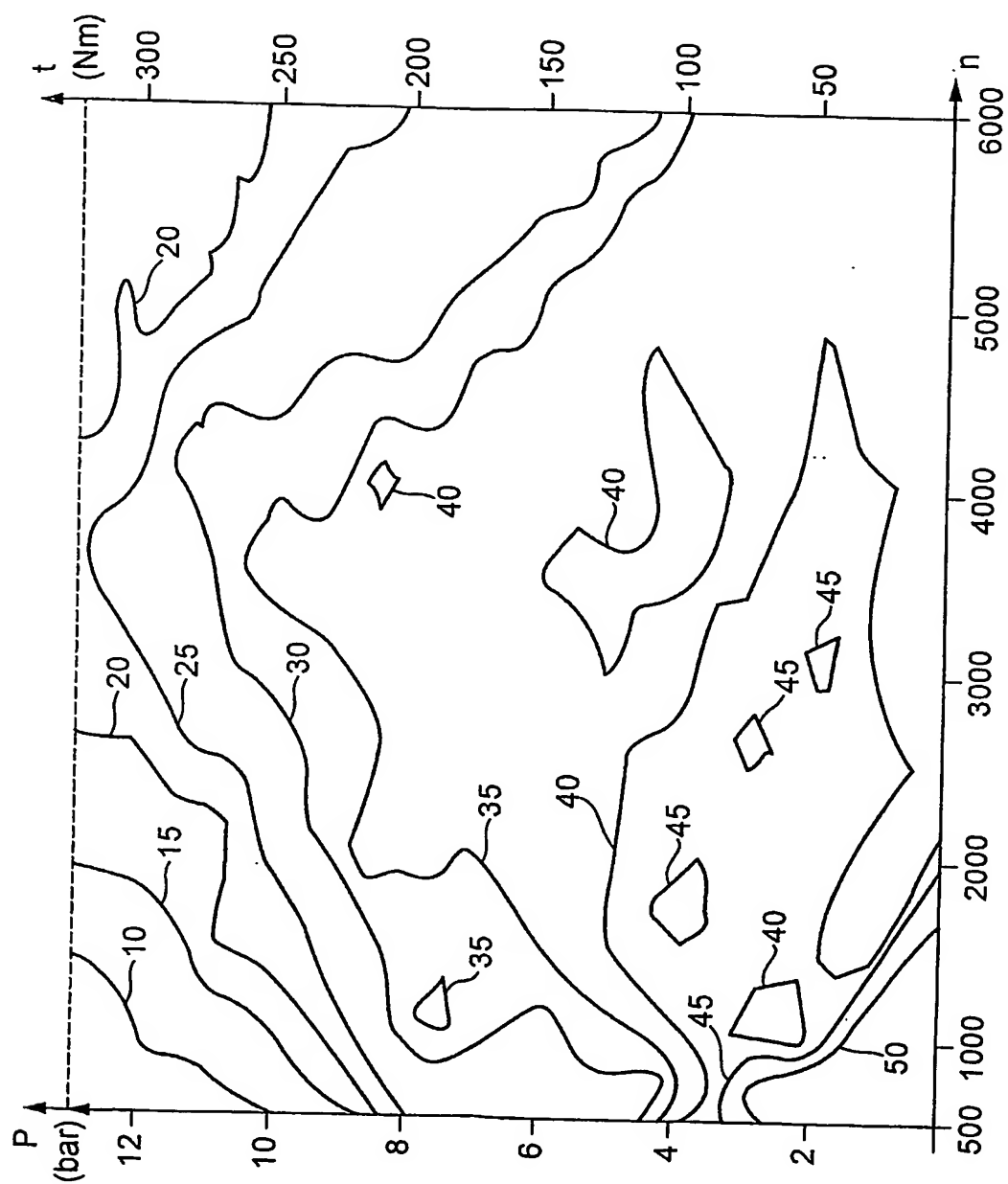


Fig. 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/002009A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B60K41/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 362 580 B1 (MORIMOTO KAZUHIKO ET AL) 26 March 2002 (2002-03-26) column 1, lines 50-67 figures 1,2,4,13	1,5
X	EP 0 930 982 A (ELECTROMOTIVE INC) 28 July 1999 (1999-07-28) page 17, lines 5-24 figures 4,5	1,5
X	EP 0 901 930 A (HONDA MOTOR CO LTD) 17 March 1999 (1999-03-17) pages 18,19, paragraph 139-151 page 25, paragraph 200 figures 5,10-14,18,30	1
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June 2004

Date of mailing of the international search report

01/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Verdelho, L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/002009

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 470 983 B1 (AMANO MASAHIKO ET AL) 29 October 2002 (2002-10-29) page 5, lines 5-40 figures 1-4  -----	1-5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/002009

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6362580	B1	26-03-2002	JP	2000261908 A	22-09-2000
			DE	10011478 A1	01-02-2001
EP 0930982	A	28-07-1999	AU	4979297 A	15-05-1998
			EP	0930982 A1	28-07-1999
			WO	9817494 A1	30-04-1998
EP 0901930	A	17-03-1999	JP	11148387 A	02-06-1999
			JP	11148391 A	02-06-1999
			CN	1215672 A , B	05-05-1999
			EP	1375237 A2	02-01-2004
			EP	0901930 A1	17-03-1999
			JP	11148392 A	02-06-1999
			US	6123163 A	26-09-2000
US 6470983	B1	29-10-2002	JP	3395708 B2	14-04-2003
			JP	2000310131 A	07-11-2000
			US	2001017227 A1	30-08-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B60K41/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B60K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 362 580 B1 (MORIMOTO KAZUHIKO ET AL) 26. März 2002 (2002-03-26) Spalte 1, Zeilen 50-67 Abbildungen 1,2,4,13	1,5
X	EP 0 930 982 A (ELECTROMOTIVE INC) 28. Juli 1999 (1999-07-28) Seite 17, Zeilen 5-24 Abbildungen 4,5	1,5
X	EP 0 901 930 A (HONDA MOTOR CO LTD) 17. März 1999 (1999-03-17) Seiten 18,19, Absatz 139-151 Seite 25, Absatz 200 Abbildungen 5,10-14,18,30	1
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

21. Juni 2004

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

01/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Verdelho, L

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 470 983 B1 (AMANO MASAHIKO ET AL) 29. Oktober 2002 (2002-10-29) Seite 5, Zeilen 5-40 Abbildungen 1-4 -----	1-5

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6362580	B1	26-03-2002	JP 2000261908 A	22-09-2000
			DE 10011478 A1	01-02-2001
EP 0930982	A	28-07-1999	AU 4979297 A	15-05-1998
			EP 0930982 A1	28-07-1999
			WO 9817494 A1	30-04-1998
EP 0901930	A	17-03-1999	JP 11148387 A	02-06-1999
			JP 11148391 A	02-06-1999
			CN 1215672 A ,B	05-05-1999
			EP 1375237 A2	02-01-2004
			EP 0901930 A1	17-03-1999
			JP 11148392 A	02-06-1999
			US 6123163 A	26-09-2000
US 6470983	B1	29-10-2002	JP 3395708 B2	14-04-2003
			JP 2000310131 A	07-11-2000
			US 2001017227 A1	30-08-2001